

ESTIMACIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS

METODOLOGIAS

ABRIL 2004

CADE-IDEPE

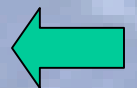
ESTIMACIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS

- **DEFINICIÓN**
- **METODOLOGÍA DETERMINACIÓN Q_{ec}**
 - **Determinación Area de Influencia**
 - **Caracterización Hidroambiental del Río en Estudio**
 - **Determinación CMA**
 - **Régimen de Q_{ec}**
- **MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE Q_{ec}**
- **CONCLUSIONES**

DEFINICIÓN

CAUDAL ECOLÓGICO (DEFINICIÓN DGA)

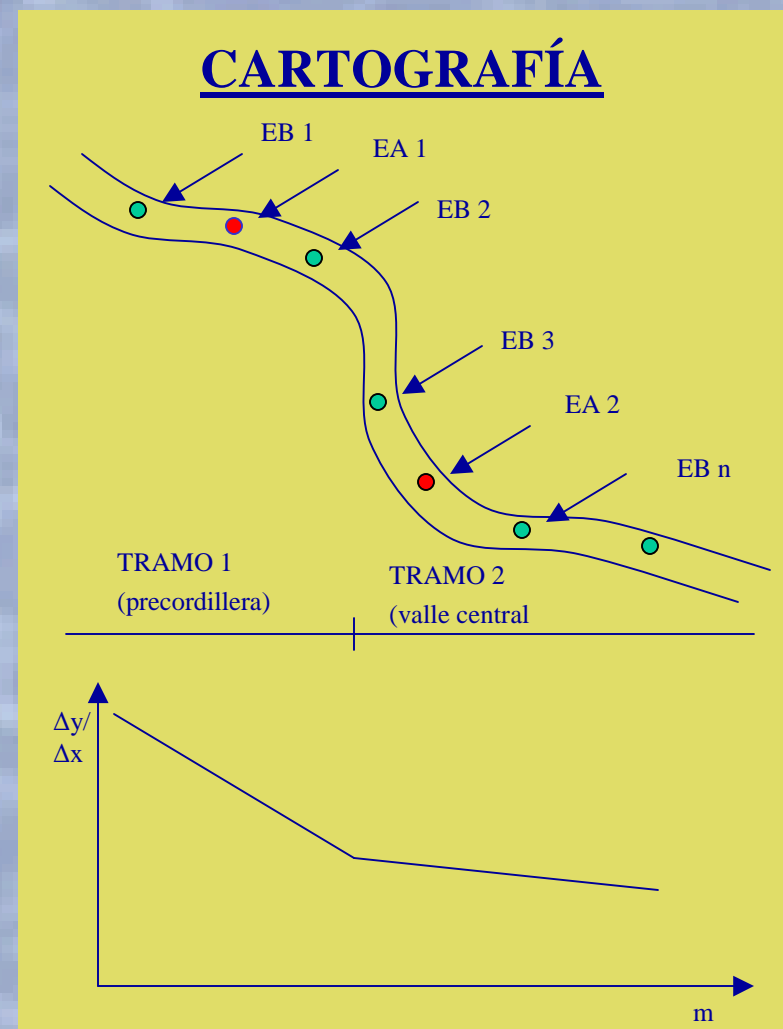
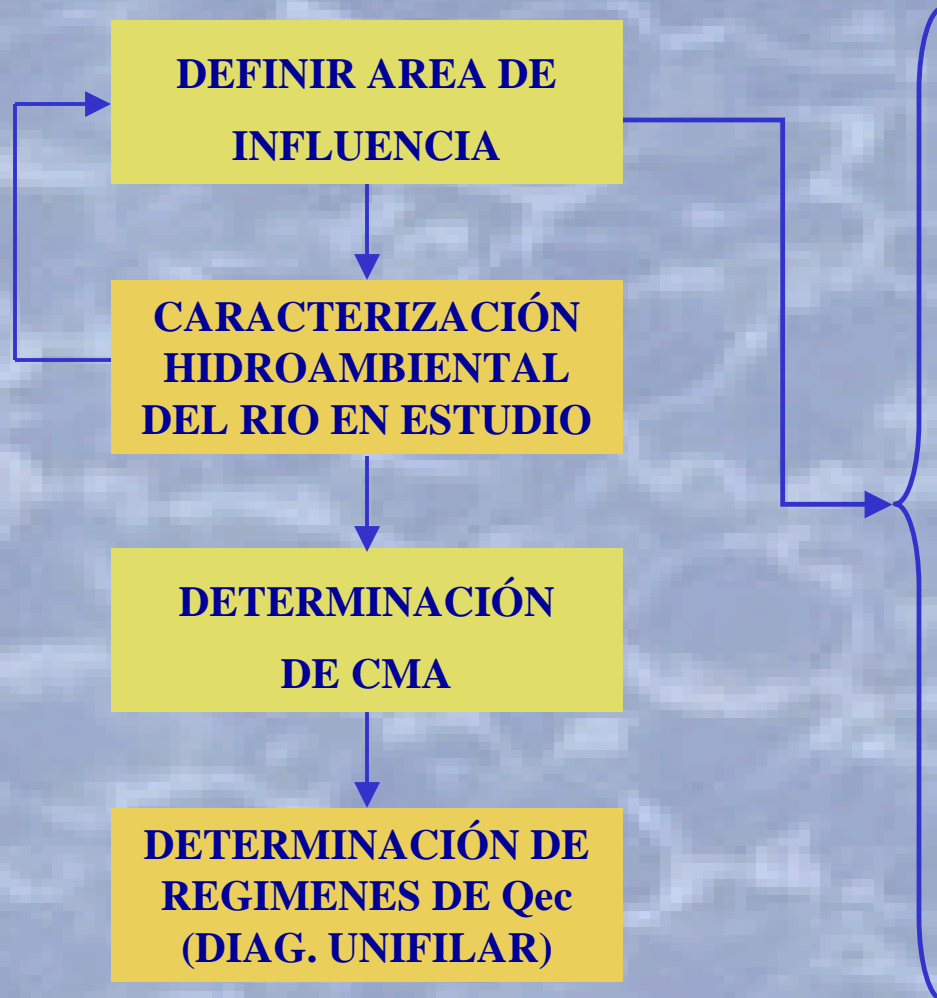
“CAUDAL MÍNIMO QUE DEBIERAN TENER LOS RÍOS PARA MANTENER LOS ECOSISTEMAS PRESENTES, PRESERVANDO LA CALIDAD ECOLÓGICA”



METODOLOGÍA DETERMINACIÓN Q_{ec}



METODOLOGÍA DETERMINACIÓN Q_{ec}



METODOLOGÍA DETERMINACIÓN Q_{ec}



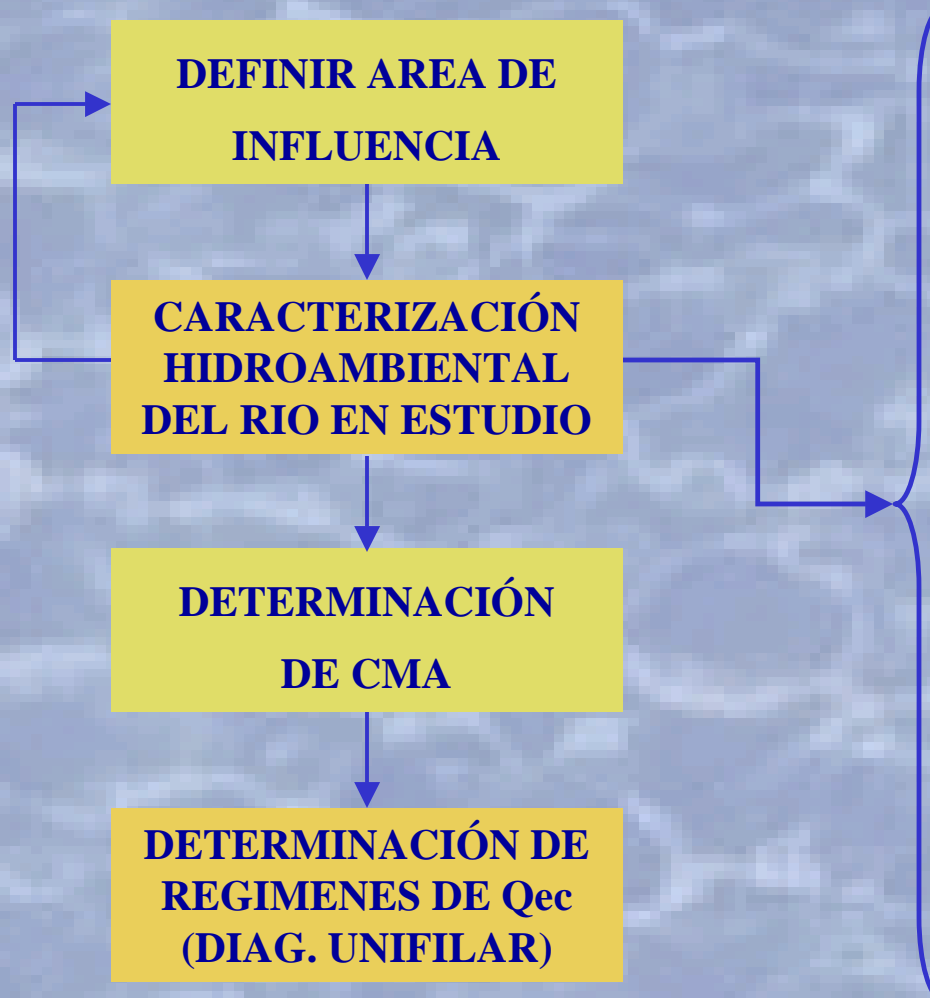
CRITERIOS

- Determinar especies objetivo (esp. estado de conservación)
- Dependencia de hábitat
- Biodiversidad de especies

RESULTADO

- LÍNEA BASE MEDIO FÍSICO: (hidrografía, morfología fluvial, hidráulica, hidrología, cal. agua)
- LÍNEA BASE MEDIO BIÓTICO: (fauna bentónica, perifiton, fauna íctica, flora y veg., anfibios, cadena trófica, calendario desove, alevines)

METODOLOGÍA DETERMINACIÓN Q_{ec}



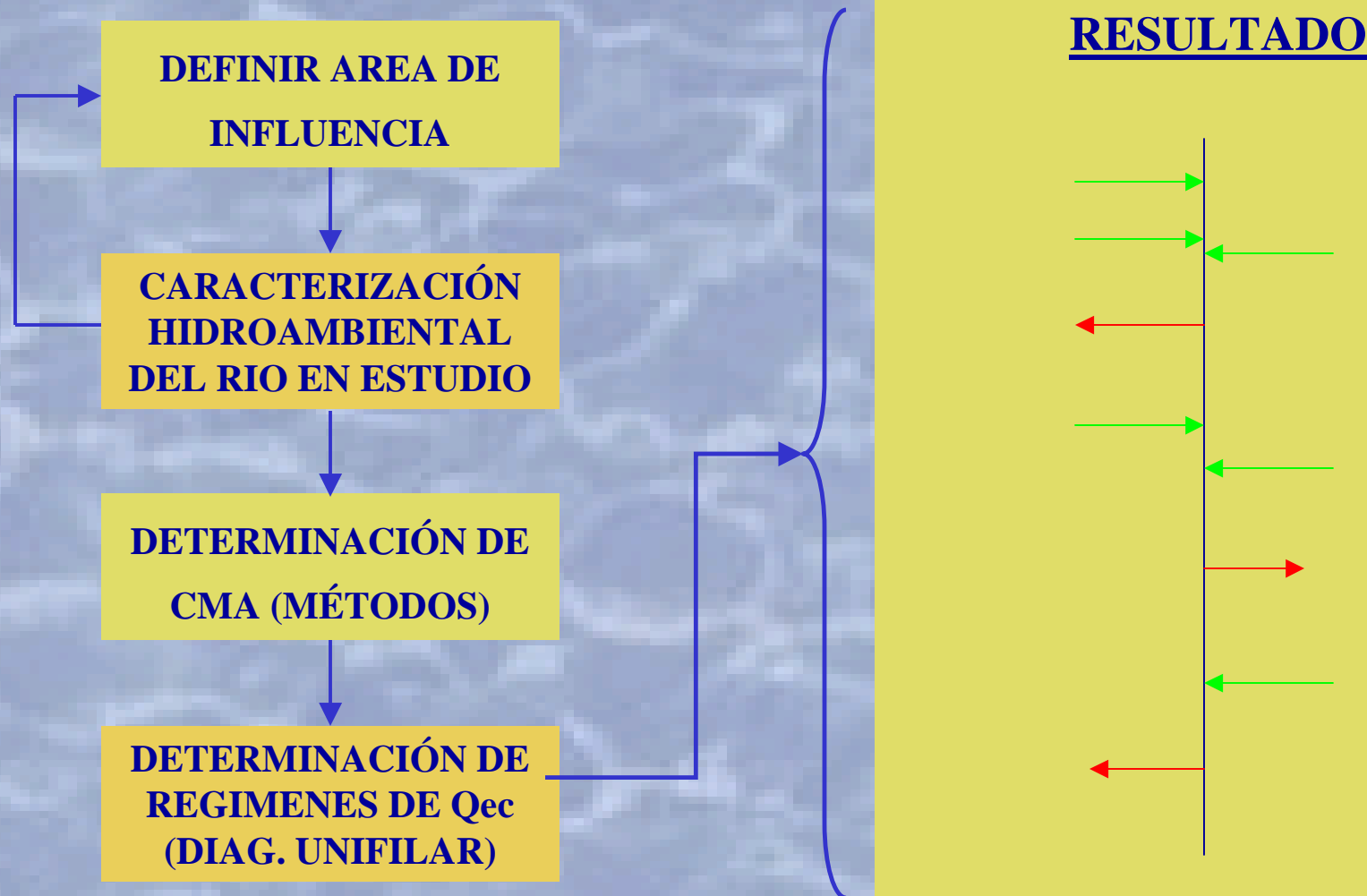
RESULTADO

- L. BASE MEDIO ANTRÓPICO: (Derechos de agua, lugares de interés turístico, balnearios, usos del agua, diagrama unifilar)
- Cartografía detallada

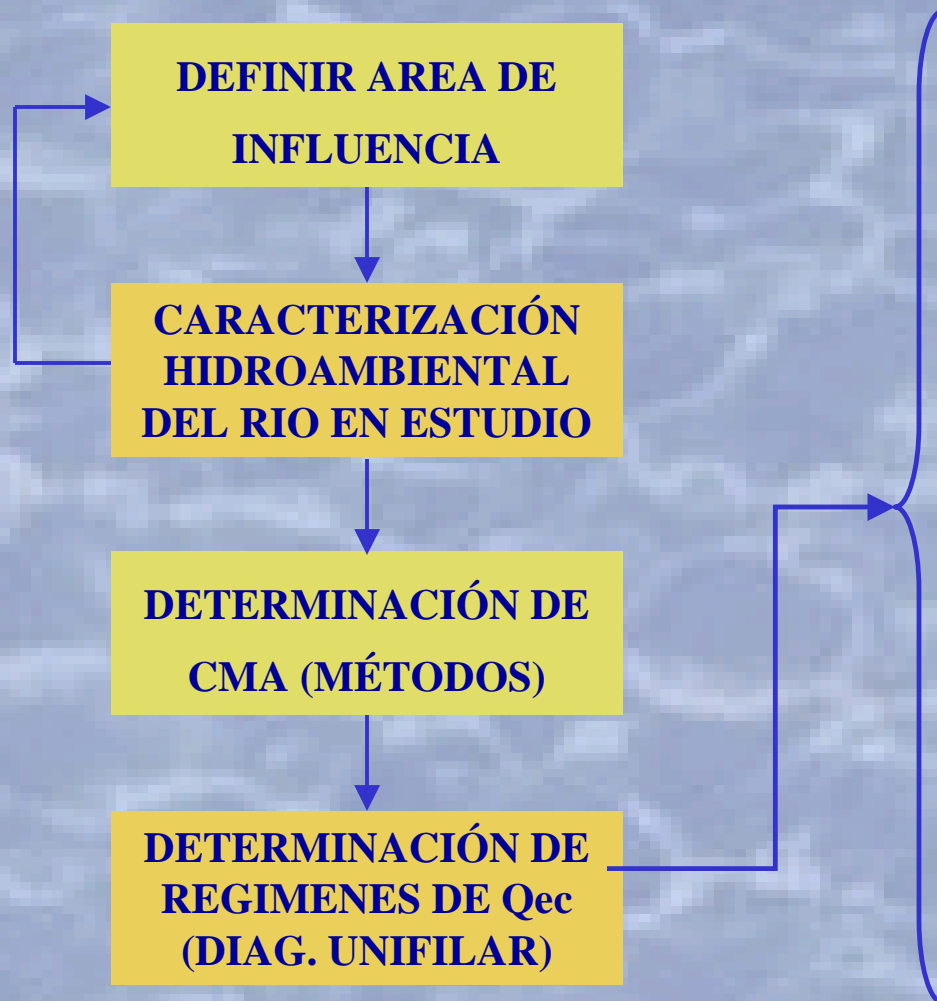
METODOLOGÍA DETERMINACIÓN Q_{ec}



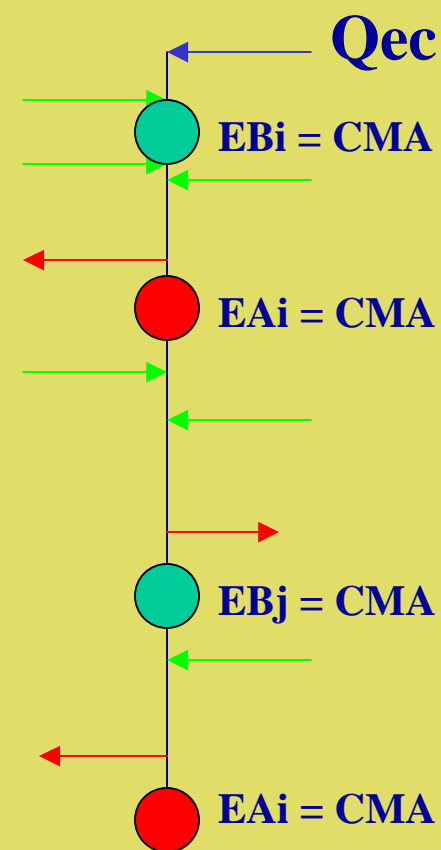
METODOLOGÍA DETERMINACIÓN Q_{ec}



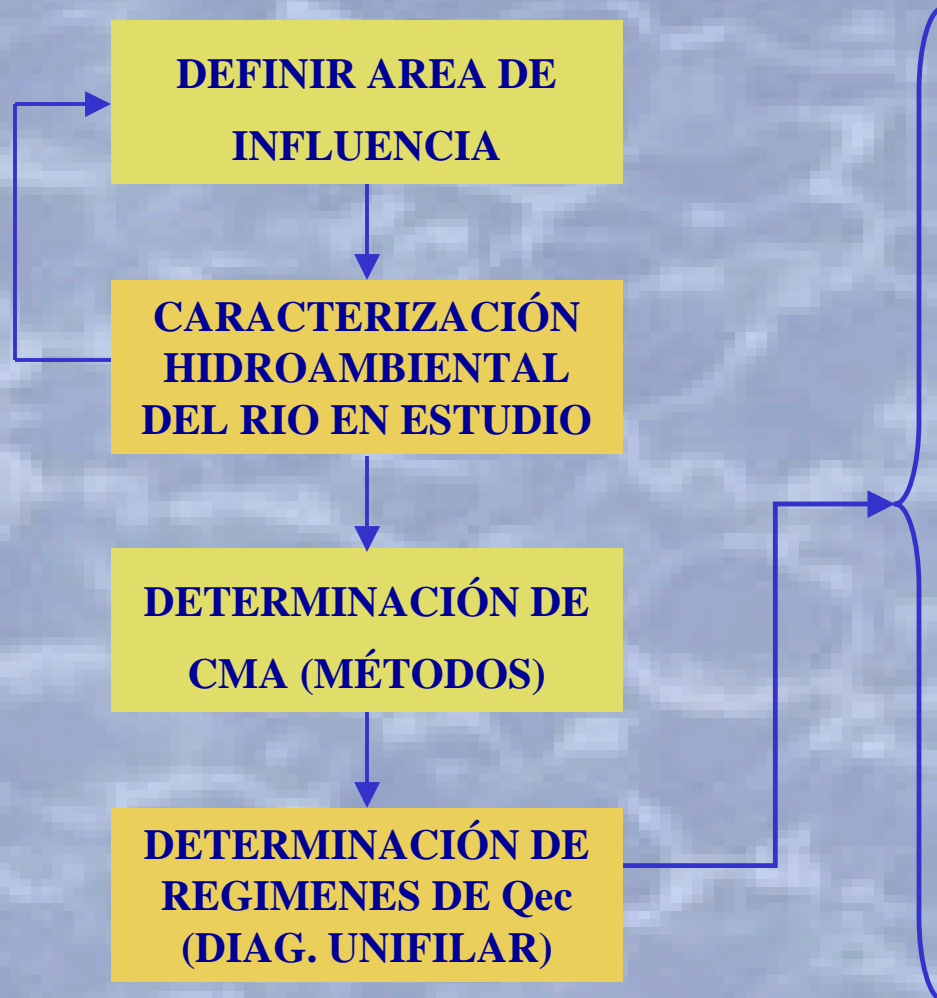
METODOLOGÍA DETERMINACIÓN Q_{ec}



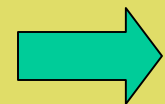
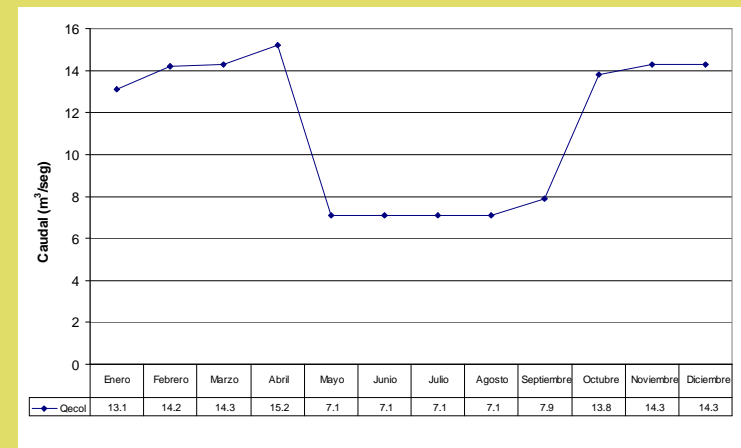
RESULTADO



METODOLOGÍA DETERMINACIÓN Q_{ec}



RESULTADO



MÉTODOS

METODO

Hidrológicos

1.- Mínimo hidrológico

- 2.- Legislación francesa
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Nueva Inglaterra
- 5.- Conf. Hidrog. Río Ebro
- 6.- Conf. Hidrog. Norte España
- 7.- Confederación Suiza

Holísticos

- 8.- Area drenante
- 9.- Tennant
- 10.- Hoppe

Hidráulico
Biológico

- 11.- Perímetro mojado
- 12.- IFIM - Phabsim

$$Q_{\text{mín hidrológico}} = \text{Máx}(Q_{98\%}, Q_H)$$

ó

$$Q_{\text{mín hidrológico}} = \alpha \cdot Q_{98\%}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1.0 & \text{si } Q_{98\%} \geq Q_H \\ Q_H / Q_{98\%} & \text{si } Q_{98\%} < Q_H \end{cases}$$

METODOS

METODO

Hidrologicos

- 1.- Mínimo hidrológico
- 2.- Legislación francesa**
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Nueva Inglaterra
- 5.- Conf. Hidrog. Río Ebro
- 6.- Conf. Hidrog. Norte España
- 7.- Confederación Suiza

Holísticos

- 8.- Area drenante
- 9.- Tennant
- 10.- Hoppe
- 11.- Perímetro mojado
- 12.- IFIM - Phabsim

Hidráulico
Biológico

- 1) **Caudal mínimo cualitativo:** Que garantice la conservación de la vida, el movimiento y la reproducción de las especies que pueblan las aguas en el momento de la instalación de la obra.
- 2) **Caudal mínimo cuantitativo:** Décima parte del caudal medio interanual. Datos 5 años mínimo.

$$Q_{ec} = (1/10) \cdot Q_{an}$$

Excepciones:

- Si $Q_{ec} > Q$ aguas arriba de la obra, se deja el Q aguas arriba.
- Para $Q_{an} \geq 80 \text{ m}^3/\text{seg}$, mediante decreto podrá rebajarse hasta $(1/20) \times Q_{an}$.

MÉTODOS

METODO

Hidrologicos

- 1.- Mínimo hidrológico
- 2.- Legislación francesa
- 3.- Principado de Asturias**
- 4.- Nueva Inglaterra
- 5.- Conf. Hidrog. Río Ebro
- 6.- Conf. Hidrog. Norte España
- 7.- Confederación Suiza

Holísticos

- 8.- Area drenante
- 9.- Tennant
- 10.- Hoppe
- 11.- Perímetro mojado
- 12.- IFIM - Phabsim

Hidráulico
Biológico

Criterios para la concesión de mini-centrales hidroeléctricas.

1) Zonas trucheras (Nivel I):

Será el mayor de:

a) $Q_{ec} = 0,350 \cdot Q_{347}$

b) $Q_{ec} = 15 \cdot Q_{347}$

c) $Q_{ec} = 0,25 \cdot (Q_{347} + 75)$

2) Zonas interés piscícola (Nivel II):

Nivel I + 2 l/s/km² de cuenca aprovechable.

3) Zonas salmoneras (Nivel III):

Max(Nivel I, Nivel II) + 4 l/s/km² de cuenca aprovechable.

METODOS

METODO

Hidrológicos

- 1.- Mínimo hidrológico
- 2.- Legislación francesa
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Nueva Inglaterra**
- 5.- Conf. Hidrog. Río Ebro
- 6.- Conf. Hidrog. Norte España
- 7.- Confederación Suiza

Holísticos

- 8.- Area drenante
- 9.- Tennant
- 10.- Hoppe
- 11.- Perímetro mojado
- 12.- IFIM - Phabsim

Hidráulico
Biológico

$$Q_{ec} = Q_{\text{mín histórico}}$$

MÉTODOS

METODO

Hidrológicos

- 1.- Mínimo hidrológico
- 2.- Legislación francesa
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Nueva Inglaterra
- 5.- Conf. Hidr. El Ebro**
- 6.- Conf. Hidrog. Norte España
- 7.- Confederación Suiza

Holísticos

- 8.- Area drenante
- 9.- Tennant
- 10.- Hoppe
- 11.- Perímetro mojado
- 12.- IFIM - Phabsim

Hidráulico
Biológico

Para los ríos y afluentes

Cauces discontinuos: No Qec.
(secos el 90 % de los días)

Cauces perman.: $Q_{ec} = Q_{330}$

En los tramos que no se disponga estación, transferencia de valores y adopción de caudales mínimos en función de la relación de superficies de las cuencas elevada a $\frac{3}{4}$.

En los demás tramos se estimará transitoriamente el caudal mínimo en un 10 % del caudal medio.

METODOS

METODO

Hidrológicos

- 1.- Mínimo hidrológico
- 2.- Legislación francesa
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Nueva Inglaterra
- 5.- Conf. Hidr. El Ebro
- 6.- C. Hid. Norte España**
- 7.- Confederación Suiza

Holísticos

- 8.- Area drenante
- 9.- Tennant
- 10.- Hoppe
- 11.- Perímetro mojado
- 12.- IFIM - Phabsim

Hidráulico
Biológico

“Qec debe garantizar la conservación de la vida, el movimiento y la reproducción de las especies que pueblan las aguas al momento de la instalación de la obra.”

“El caudal mínimo será suficiente para que, a pesar de los vertidos existentes o previstos en los planes, se respeten las exigencias de calidad relativas a las aguas superficiales.”

$$Q_{\text{medio anual}} \leq 30 \text{ m}^3/\text{seg:}$$

$$Q_{\text{ec}} = Q_{\text{arriba}}$$

$$Q_{\text{medio anual}} > 30 \text{ m}^3/\text{seg:}$$

$$Q_{\text{ec}} = \text{Max}(50 \text{ l/s}, (1/10) \cdot Q_{\text{ma}})$$

MÉTODOS

MÉTODO

Hidrológicos

- 1.- Mínimo hidrológico
- 2.- Legislación francesa
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Nueva Inglaterra
- 5.- Conf. Hidr. El Ebro
- 6.- C. Hid. Norte España

7.- Confederación Suiza

Hidráulico
Holísticos
Biológico

- 8.- Area drenante
- 9.- Tennant
- 10.- Hoppe
- 11.- Perímetro mojado
- 12.- IFIM - Phabsim

i) Exigencias para todas las aguas:

- $Q_{min} > 50$ l/seg
- Si $Q_{347} < 1000$ l/s, $Q_{min} \geq 0,35 \cdot Q_{347}$

ii) Exigencia para aguas piscícolas:

- $Q_{347} \leq 60$ l/s: 50 l/s
+ 8 l/s x 10 l/s adic.
- $Q_{347} \geq 160$ l/s: 130 l/s
+ 4,4 l/s x 10 l/s adic.
- $Q_{347} \geq 500$ l/s: 280 l/s
+ 31 l/s x 100 l/s adic.
- $Q_{347} \geq 2500$ l/s: 900 l/s
+ 21,3 l/s x 100 l/s adic.
- $Q_{347} \geq 10000$ l/s: 2500 l/s
+ 150 l/s x 1000 l/s adic.
- $Q_{347} \geq 60000$ l/s: 10000 l/s

Q aumentado x calidad agua; aguas subterráneas; biotopos o biocenosis raros; prof. libre migración, otros.

METODOS

METODO

Hidrológicos

- 1.- Mínimo hidrológico
- 2.- Legislación francesa
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Nueva Inglaterra
- 5.- Conf. Hidr. El Ebro
- 6.- C. Hid. Norte España
- 7.- Confederación Suiza

Holísticos

8.- Area drenante

- 9.- Tennant
- 10.- Hoppe
- 11.- Perímetro mojado
- 12.- IFIM - Phabsim

Hidráulico
Biológico

Método recomendado cuando no ha estadísticas hidrológicas sustentables

$$Q_{\min} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2 \text{ area drenante en época de estiaje.}$$

En época de caudales altos se recomienda adaptar el Q_{\min} a las necesidades de las especies, en los períodos de desove e incubación.

MÉTODOS

METODO

- 1.- Mínimo hidrológico
- 2.- Legislación francesa
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Nueva Inglaterra
- 5.- Conf. Hidr. El Ebro
- 6.- C. Hid. Norte España
- 7.- Confederación Suiza
- 8.- Area drenante
- 9.- Tennant**
- 10.- Hoppe
- 11.- Perímetro mojado
- 12.- IFIM - Phabsim

Hidrológicos

Holísticos

Hidráulico
Biológico

Método analiza cualitativamente el hábitat piscícola en función de la hidrología. Los caudales mínimos se calculan aplicando diferentes porcentajes el Qma por época del año.

Salud del Hábitat	% Qma recomen.	
	O - I	P - V
Abundante	200	200
Rango óptimo	60 – 100	60 – 100
Prominente	40	60
Excelente	30	50
Bueno	20	40
Regular	10	30
Pobre	10	10
Degrad. Severa	< 10	< 10

METODOS

METODO

- 1.- Mínimo hidrológico
- 2.- Legislación francesa
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Nueva Inglaterra
- 5.- Conf. Hidr. El Ebro
- 6.- C. Hid. Norte España
- 7.- Confederación Suiza
- 8.- Area drenante
- 9.- Tennant
- 10.- Hoppe**
- 11.- Perímetro mojado
- 12.- IFIM - Phabsim

Hidrológicos

Holísticos

Hidráulico
Biológico

Está basado en curvas de duración de caudales y los requerimientos biológicos, expresados en las necesidades de las poblaciones de truchas de ríos en el estado de colorado EUA.

Salud de Hábitat	Q excedidos durante n° días al año
Abundante	Q_{62}
Desove	Q_{147}
De producción y refugio	Q_{294}

Limitante: Resultados no se pueden extrapolar a otros ríos.

MÉTODOS

MÉTODO

- 1.- Mínimo hidrológico
- 2.- Legislación francesa
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Nueva Inglaterra
- 5.- Conf. Hidr. El Ebro
- 6.- C. Hid. Norte España
- 7.- Confederación Suiza

- 8.- Area drenante
- 9.- Tennant
- 10.- Hoppe

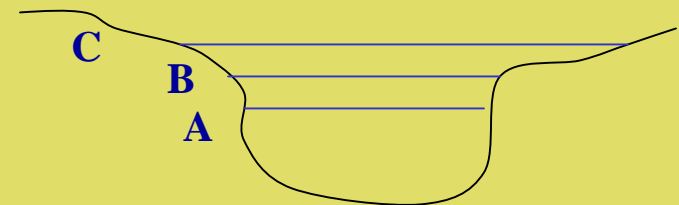
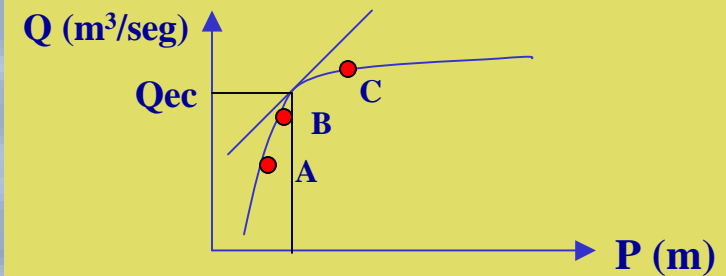
- 11.- Perímetro mojado**
- 12.- IFIM - Phabsim

Hidrológicos

Holísticos

Hidrául.
Biológico

Análisis hidráulico: caudales circulantes y perímetro mojado (HEC-RAS)



Criterios:

- Altura > 0.3 m
- Ancho > 20 m

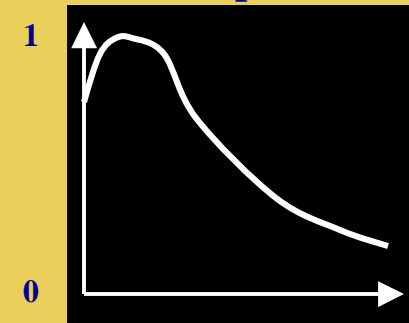
MÉTODOS

METODO

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| Hidrológicos | 1.- Mínimo hidrológico |
| | 2.- Legislación francesa |
| | 3.- Principado de Asturias |
| | 4.- Nueva Inglaterra |
| | 5.- Conf. Hidr. El Ebro |
| | 6.- C. Hid. Norte España |
| | 7.- Confederación Suiza |
| Holísticos | 8.- Area drenante |
| | 9.- Tennant |
| Hidrául.
Biológico | 10.- Hoppe |
| | 11.- Perímetro mojado |
| | 12.- IFIM - Phabsim |

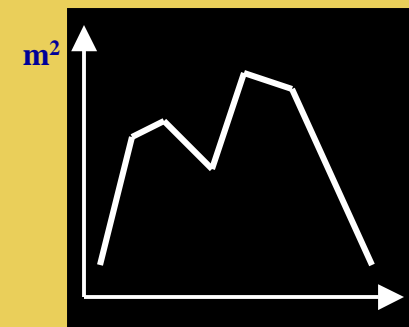
Análisis Hidráulico / Biológico:
HEC-RAS + Curvas de preferencia =
Curva Area Potencial Util

Curva de preferencia

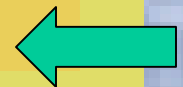


V (m/s)

Resultado



Q (m³/s)



CONCLUSIONES

MÉTODOS HIDROLÓGICOS Y HOLÍSTICOS

- **SE DEBE TENER PRESENTE QUE ESTOS MÉTODOS HAN SIDO CREADOS PARA OTRAS REALIDADES.**
- **SON APLICABLES DE FORMA RÁPIDA CUANDO EXISTEN REGISTROS HIDROLÓGICOS REPRESENTATIVOS.**
- **BAJO COSTO DE DETERMINACIÓN**
- **APLICABLES EN ETAPA DE PREINVERSIÓN**

CONCLUSIONES

METODOS HIDRÁULICO - BIOLÓGICOS

- **EXISTEN POCOS ANTECEDENTES SOBRE REQUERIMIENTOS BIOLÓGICOS DE LA FAUNA ICTICA ENDÉMICA**
- **REQUIEREN LEVANTAMIENTO DE LÍNEA DE BASE DE ALTO COSTO**
- **PRESENTAN RESULTADOS MAS FIABLES YA QUE SE CONSIDERAN LOS REQUERIMIENTOS BIOLOGICOS DE LAS ESPECIES OBJETIVO**
- **APLICABLES EN ETAPA DE INVERSIÓN, PARA DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS**
- **CAUDALES Y HABITAT DEBEN SER MONITOREADOS EN ETAPA DE OPERACIÓN PARA CORREGIR IMPRESIONES EN LOS RESULTADOS Y TOMAR MEDIDAS CORRECTIVAS DE SER NECESARIO**

**ESTIMACIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS
METODOLOGÍAS**

FIN